

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-333311

(43)Date of publication of application : 22.12.1995

(51)Int.Cl.

G01R 33/3815

G01R 33/32

G01R 33/20

(21)Application number : 06-128535

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 10.06.1994

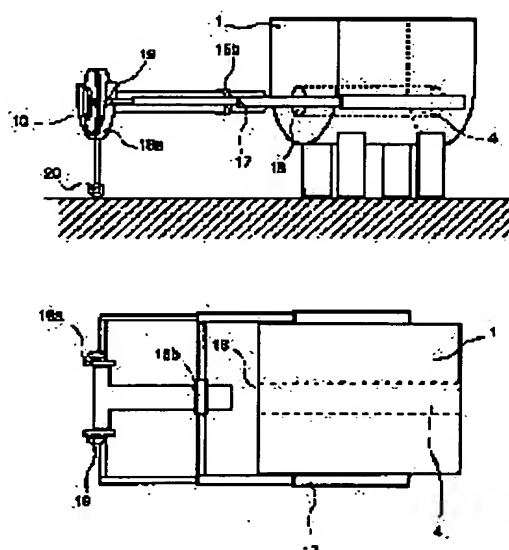
(72)Inventor : MIYAMOTO KOZUE
OKUDE KOJIRO

(54) NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To miniaturize a nuclear magnetic resonance device, so that, replacement work of a measurement probe and to be measured sample is done at a position where operativity is good, and, by attaching a measurement probe supporting mechanism to a magnet, taking in/out of the measurement probe is easier, for reduced operator work load.

CONSTITUTION: On the side of a superconduction magnet 1, an insertion opening for a measurement probe and to-be-measured sample are provided. The measurement probe is taken in/out of measurement space 4 in horizontal direction, a to-be-measured sample tube 7 is held orthogonally, with orthogonal direction as an axis, rotation function is provided. Further, a measurement probe supporting tool 16 and a guide rail 17, for assisting taking in/out of the measurement probe, are attached to a magnet 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-33311

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 R 33/3815

33/32

33/20

G 0 1 N 24/ 06

5 1 0 C

24/ 04

5 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-128535

(22) 出願日 平成6年(1994)6月10日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 宮本 こずえ

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 奥出 幸二郎

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

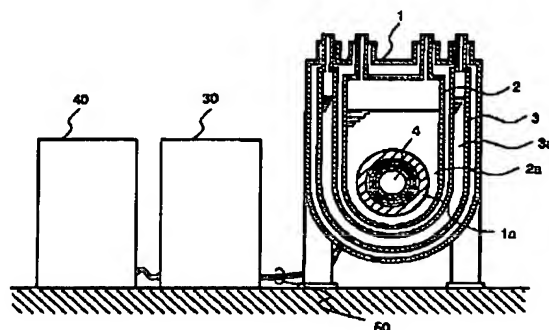
(54) 【発明の名称】 核磁気共鳴装置

(57) 【要約】

【構成】超伝導磁石1の側面に測定プローブおよび測定試料の挿入口を設ける。測定プローブは測定空間4に水平方向に出し入れし、測定試料管7を鉛直に保持し、鉛直方向を軸にして回転させる機能を持つ。また、測定プローブの出し入れを補助する測定プローブ支持具16やガイドレール17を磁石1に取り付ける。

【効果】核磁気共鳴装置の小型化が可能となる。また、測定プローブおよび測定試料交換作業が操作性のよい位置で行え、かつ測定プローブ支持機構を磁石に付けることで測定プローブの出し入れが簡便になりオペレータの作業負担が軽減できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】核磁気共鳴装置を構成する超伝導磁石において、核磁気共鳴測定するための測定プローブおよび測定試料管の挿入口を前記超伝導磁石の側面に設け、前記測定プローブおよび前記測定試料管の出し入れを前記超伝導磁石の側面から水平方向に行うことを特徴とする核磁気共鳴装置。

【請求項2】核磁気共鳴装置を構成する超伝導磁石において、核磁気共鳴測定するための測定プローブおよび測定試料管を挿入するための円筒状の測定空間を横長に空け、前記測定空間の長軸を中心にして巻いた前記超伝導磁石のコイルを横長に設置したことを特徴とする核磁気共鳴装置。

【請求項3】核磁気共鳴測定に用いる測定プローブにおいて、測定試料管を保持する機能と、前記測定試料管を回転させる機能と、核磁気共鳴現象で生じる磁化を測定する機能とを具備し、超伝導磁石の側面から横長に空いた円筒状測定空間に水平方向に挿入し、前記測定試料管を鉛直に保持し、かつ鉛直方向を軸にして前記測定試料管を回転させることを特徴とする核磁気共鳴測定用プローブ。

【請求項4】核磁気共鳴装置を構成する超伝導磁石において、測定プローブを横長の円筒状測定空間に挿入するためのガイドレールを磁石壁面に具備し、前記測定プローブを引き出したときに前記測定プローブを水平に保持する支持体を有することを特徴とする超伝導磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、核磁気共鳴装置を構成する超伝導磁石の内部構造および外形と、核磁気共鳴測定に必要な測定プローブに関する。

【0002】

【従来の技術】核磁気共鳴(Nuclear Magnetic Resonance; 以下、NMRと略す)装置は、磁場中に置かれた試料中の磁気モーメントを持つ核が、特定周波数のラジオ波を共鳴吸収する現象を測定するためのものであり、試料の分子構造や物理的・化学的物性などの情報を得るのに有用な測定装置である。

【0003】NMR装置に必要な基本的構成は、試料、磁場、ラジオ波の発信器および受信器であり、NMR測定の概要は、磁石のつくる磁場中に試料を置き磁場中でラジオ波を照射しNMR現象で生じる磁化を測定するものである。このとき、ラジオ波の照射および磁化の測定に必要なコイルを具備した測定プローブを磁場中に挿入し、この測定プローブ内に試料を設置して測定が行われる。測定プローブは試料の性質や測定の目的によっては交換を必要とすることがある。

【0004】NMR測定はより強い磁場中で測定した方がスペクトルの分解能や測定感度が良くなるため、現在のNMR装置の磁石には、永久磁石や電磁石よりも高磁

場が得られる超伝導磁石を用いたものが広く使用されている。また、超伝導磁石は磁石のコイルが長いものが磁場の均一性が高くなり、スペクトルの分解能は向上する。

【0005】従来の超伝導磁石では、中央部に円筒状の測定空間が縦長に空いており、超伝導磁石のコイルはこの円筒状測定空間の長軸を中心にして巻かれた形態で設置されている。この測定空間内に測定試料を設置して、磁場の最も強い位置でNMR測定が行われる。また、超伝導磁石は液体ヘリウム温度で働くため、磁石のコイルは縦長に設置された状態で液体ヘリウム中に沈められて冷却されており、さらに液体ヘリウム槽の外側は真空槽で断熱された上に、液体窒素槽で冷却されているという二重構造になっている。液体ヘリウムおよび液体窒素の容器は中心に空洞をもつ円筒形をしており、両容器は中心の軸を同じくするように配置されている。また上述のように、磁石コイルを液体ヘリウム中に沈めた状態で冷却するため、液体ヘリウム容器は最低でもコイルの長さ分の深さが必要であり、さらに外側の液体窒素容器も液体ヘリウム容器をおおふくらの大きさが必要となる。加えて、液体ヘリウムおよび液体窒素が徐々に蒸発していくため蒸発分の空間も必要であるから両容器は縦長の構造を持つ。また、測定試料を磁場の中心付近に設置し、かつNMR現象の磁化を測定するために、測定プローブが磁石中央の円筒状の測定空間に挿入される。この測定プローブは測定試料管を回転させる機能と、NMR現象を測定するのに必要なラジオ波の発信および受信機能を具備しており、測定試料の性質や測定モードの変更などによっては交換が必要となる。前述のように超伝導磁石コイルが液体ヘリウム容器の底部にあるので、測定試料を保持する測定プローブは磁石の下面から挿入される。このような構造のため、測定プローブの交換作業の時にはオペレータは磁石直下の操作性の悪い場所に居なくてはならない。また磁石直下の空間にもぐり込むような姿勢になるため、磁石で頭部を打つ危険性もある。また、測定試料の挿入に関しては磁石下部からは測定プローブが挿入されているため、測定試料挿入口として残されているのは磁石上面となる。しかし、前述のように縦長の構造を持つ磁石では、磁石の総高が高くなるため磁石上面からの試料の出し入れは容易ではない。また、連続して異なる試料を測定する場合などのためにオートサンプルチェンジャーなどの自動装置が磁石周辺に備えられたりする。

【0006】このようにNMR装置は、NMR測定の性能を高めるためにさまざまな工夫がなされているが、そのためにNMR装置とくに超伝導磁石を設置するためには非常に大きな空間が必要になる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、NMR装置の超伝導磁石は測定空間が縦長に伸びており、磁石

3

コイルも縦長に設置されており、また冷却用の液体ヘリウム容器および液体窒素容器も縦長であり、磁石自体が大きなものとなる。さらに測定空間が縦長にのびているために、NMR測定に必要な測定プローブおよび測定試料の挿入を磁石の下面および上面から行わなければならない。磁石の上部と下部には作業用の空間が必要となる。このように超伝導磁石を設置するには、作業に必要な磁石周辺の空間も含めて考えると、非常に大きな空間が必要である。

【0008】本発明の目的は、磁石周辺の不必要な空間を排除して装置の小型化を図ることにある。また、磁石の下部および上部の空間で行っていた測定プローブおよび測定試料の交換作業はオペレータにとって大きな負担となるため、オペレータの作業位置を操作しやすい場所に変え、作業負担を軽減することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を用いた。

【0010】NMR装置を構成する超伝導磁石の内部構造において、磁石中央にある円筒状の測定空間を横長にし、測定プローブ挿入口および測定試料挿入口を磁石の側面に設け、磁石コイルは測定空間の長軸を中心にして巻いたような形状で横長に設置する。

【0011】また、NMR測定に用いる測定プローブにおいて、測定プローブの出し入れを水平方向に行い、測定プローブの先端にある測定試料設置位置の構造を、試料管を鉛直に設置できる構造にする。

【0012】また、NMR装置を構成する超伝導磁石において、測定プローブの出し入れをスムーズに行えるように、測定プローブ支持具やガイドレールを取り付ける。

【0013】

【作用】磁石中央の測定空間が横長になり、測定プローブおよび測定試料の挿入口を磁石の側面に設けることで、磁石直下の不必要な空間を排除することができ装置の小型化が可能となる。また、従来とは異なり測定プローブおよび測定試料の出し入れを水平方向に行うことができ、オペレータの操作が簡便になり作業負担が軽減される。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

【0015】図1および図2は、ともにNMR装置の概要を示したものであり、超伝導磁石1と分光計30とデータシステム40から構成されている。図1は本発明を実施した超伝導磁石の内部構造の断面の一例を示したものであり、図2は比較のため従来の超伝導磁石の内部構造の断面の一例を示したものである。

【0016】超伝導磁石1は液体ヘリウム温度で働くため、磁石の内部構造は図1、図2のいずれでも、基本的

4

には超伝導の磁石コイル1aが液体ヘリウム容器2内の底部に設置されており、磁石コイル1aは液体ヘリウム2a中に沈めて冷却されている。磁石コイル1aは、安定で均一な磁場を発生させるためには長めのほうが好ましい。この磁石コイル1aを設置する液体ヘリウム容器2は、磁石コイル1aの全体を液体ヘリウム2a中に浸した状態にできる深さを持ち、かつ液体ヘリウム2aが徐々に蒸発した時に内部圧力が急激に高まらない程度の空間も必要になる。また、液体ヘリウム2aの蒸発を最小限に押さえるために、液体ヘリウム容器2の外側には真空で断熱された上さらに液体窒素3aで冷却されているが、液体窒素容器3もまた液体ヘリウム容器2をおおうことができる程度の大きさが必要となる。

【0017】図2に示したような従来型の超伝導磁石1では、磁石中央部に縦長にのびた円筒状の測定空間4があり、ここに測定試料を設置してNMR測定する。磁石コイル1aは、この測定空間4を中心にして巻いた形で縦長に設置されている。このため磁石コイル1aを冷却するための液体ヘリウム容器2および液体窒素容器3もまた、測定空間4の長軸を中心とした中央部に円筒状の空間を持つ縦長の円筒型容器になる。このように磁石コイル1aの設置の仕方と、液体ヘリウム容器2および液体窒素容器3の形状が、超伝導磁石が縦長の形になることを決定する要因となっていた。

【0018】これに対し、図1に示した本発明の場合は、最大の特徴が超伝導磁石の内部構造を従来のものを横転させた形にし、測定プローブおよび測定試料の挿入口を超伝導磁石1の側面に設けたことにある。つまり、円筒状の測定空間4を横長に空け、測定空間4の長軸を中心にして巻かれている磁石コイル1aを横長に設置する。磁石コイル1aが横長になったため液体ヘリウム容器2の深さを従来のものほど深いものにしなくてもよくなった。つまり、従来とは異なり磁石コイル1aが横長に設置されているため、磁石コイル1aを液体ヘリウム2aに沈めるのに必要な液体ヘリウム容器2の深さは磁石コイル1aの太さによって決まる。あとは従来通り、液体ヘリウム2aの蒸発分を考慮して容器の大きさを決定すればよい。また、液体窒素容器3は液体ヘリウム容器2をおおうように液体ヘリウム容器2の外側に設置し両容器の間は真空で断熱される。ここで、液体ヘリウム容器2および液体窒素容器3は、図1のように容器の底部を磁石コイル1aの円筒形にあわせたような形であるほうが、冷却に要する液体ヘリウムおよび液体窒素量が削減でき、かつ上部が直方体型であるほうが液体ヘリウムおよび液体窒素の蒸発用空間としては余裕ももてるが、容器外形が底部は円筒型、上部は直方体型としなくても超伝導磁石の性能には影響はない。つまり両容器の全体的な外形が円筒型でも直方体型でもよい。また、磁石コイル1aを設置する容器内の場所、すなわち、測定空間4の空洞を、図1のように容器の厚さが均等になる

5

ようにバランスよく等間隔に空けたほうが容器自体の耐久性はよい。しかし、その測定空間4をいくぶん容器の底部に寄せると磁石コイル1aの位置が下がる。こうすると、容器自体の大きさを変えずに液体ヘリウムの蒸発による磁石コイル1a露出までの時間を延ばすことができるので、冷却に必要な液体ヘリウムの補充までの期間を長くすることができる。

【0019】また、測定空間4を横長に設けたことで、従来のように磁石直下の空間で測定プローブの出し入れをしなくてもよく、磁石直下の空間は不要になる。一方、磁石上部から行っていた測定試料の交換も低い位置でできるようになる。このように、測定プローブおよび測定試料の交換のどちらも同じ高さで行うことができ、しかもその高さはオペレータが立ったままの姿勢で十分に視界のきく、作業しやすい高さという位置にできるためオペレータの作業負担は大幅に解消される。また、超伝導磁石を取り巻く空間がこれまでより縮小でき、核磁気共振装置の小型化を図ることができる。

【0020】次に、本発明の超伝導磁石に適用する測定プローブにおける測定試料の設置方法、および測定プローブの構造について述べる。本発明の超伝導磁石に適用する測定プローブは、基本原理は従来の測定プローブと大きく異なる点はない。ただし、本発明の超伝導磁石では、測定プローブの挿入方向、および磁石により発生する外部磁場方向が従来のものとは異なるため、測定試料管を保持する方法や測定スペクトルの分解能を向上させるための測定試料管回転の回転軸などを工夫する必要がある。

【0021】まず、液体試料の場合の試料設置方法についての原理を図3に示す。従来であれば図3(a)に示したように測定空間における外部磁場6が垂直磁場であり、測定試料管7は垂直磁場に対して平行となる鉛直方向を軸にして縦長に保持される。また、測定の分解能を上げるために行う測定試料管7の回転は外部磁場6方向、すなわち、鉛直方向を軸としている。しかし、本発明の超伝導磁石内の測定空間における外部磁場6は水平磁場となる。そこで、測定試料管7を外部磁場6方向を中心にして回転させるとしたら、図3(b)のように測定試料管7を横長に保持できなければならない。つまり本発明に適用する測定プローブは、測定試料管7を横長に保持しても測定試料管7は傾くことなく、水平磁場方向を中心として回転させる機能を有する構造が必要である。しかし、図3(b)のように測定試料管7を水平に保持して、水平方向を中心にして回転させることは実現が困難である。これに対し、図3(c)に示すように測定試料管7を縦長に保持し、外部磁場6に対して垂直となる鉛直方向を軸にして回転させるような機能を持つ測定プローブであれば、従来と同程度のNMR測定が可能である。ただしこの場合、測定試料管7の長さは測定空間の直径に収まる程度の短いものにする必要がある。

6

【0022】図4に本発明の超伝導磁石に適用できる測定プローブの一例を示す。測定プローブには、磁石内部に挿入される円筒形の部分と、磁石外部で測定プローブを磁石に固定するためのねじ類9や分光計に接続する信号線の接続端子10が付いた部分とがある。磁石内部に挿入される円筒形部分の先端に測定試料管7が保持され、その位置にはNMR測定するためのラジオ波の発信および受信コイルが具えられており、測定試料管7を回転させるための複数の圧縮空気の吹き出し口11があり、それぞれの配線および配管は測定プローブの円筒形部分の内側を通り磁石外部に出ている部分の接続端子10まで伸びている。また、測定プローブの先端には測定試料管7が通る程度の幅の、測定試料導入路12となる切り込みが試料管挿入方向から圧縮空気吹き出し口11の中央の孔まで設けられている。この中央の孔が測定試料管設置ホール13となる。測定プローブを磁石に挿入・設置した後、測定プローブ挿入口とは反対側の面にある測定試料挿入口から測定試料管7が試料管支持具14によって保持された状態で挿入される。測定試料管7には、圧縮空気によって回転するように回転翼（または回転子）15を取付ける。また測定試料管7の長さは、磁石内部の円筒状測定空間の直径に収まる程度で、外部磁場方向に対して垂直になるように設置される。測定試料挿入口から挿入された測定試料管7は、測定試料導入路12のすきまを通り設置される。この時、試料管支持具14は測定プローブの先端部分と合致して壁の役割をし、測定試料導入路12のすきまをふさぐ。その後測定試料管7の回転、測定が開始される。ここに示した測定プローブの場合、測定モードの変更がない限り測定プローブを固定したまま、測定試料のみを交換して測定することができる。

【0023】図5には本発明に適用できる測定プローブの別な例を示す。図5に示したものは測定プローブの先端に測定試料管7が入る程度の孔が鉛直方向に設けられている。この孔が測定試料管設置ホール13となる。孔の周りには上記と同様に、回転翼15を取り付けた測定試料管7を回転させるための圧縮空気吹き出し口11が設けられている。図5のような測定プローブの場合、測定試料管7を測定試料管設置ホール13に設置してから測定プローブを磁石に挿入することになるので、試料交換の度に測定プローブを磁石の外側に引き出す必要が生じる。そこで測定プローブには、図6に示すような測定プローブ支持具16やガイドレール17を取り付け、ガイドレール17を磁石側面の測定プローブ挿入口の周辺に固定すれば測定プローブの引き出し作業は行いやすくなる。しかし、この場合、測定プローブ挿入後もガイドレール17は磁石外部に残留することになる。そこで測定プローブ支持具16やガイドレール17はあらかじめ磁石に取り付けられていて、測定プローブ挿入時に測定プローブと合致でき、かつ測定プローブ挿入後はガイド

レール17も収納され磁石外部には残留しない構造であるほうが好ましい。図7にはガイドレールの付いた超伝導磁石の例を示す。超伝導磁石1の外壁に、測定空間4に平行2段階以上のスライド式ガイドレール17を取り付ける。測定プローブを超伝導磁石1内の測定空間4に挿入するときには、まず、スライド式ガイドレール17を引き出し、ガイドレール17とつながっている測定プローブ支持具16a、16bに測定プローブを乗せて水平に支える。また、測定プローブの出し入れとガイドレール17のスライドの動きを合わせて行うには、測定プローブをガイドレール17、あるいは測定プローブ支持具16a、または16bに固定したほうがよい。実際には、測定プローブの出し入れのときにオペレータが取り扱う部分を固定するのが最も操作しやすくなるので、測定プローブ挿入後も磁石外部に残留する部分を止め具19で固定するのがよい。すなわち、測定プローブ支持具16aで支えられている位置である。また、支持具16a、16bの形状は、測定プローブの円筒形が通る輪状のものでも円筒形を乗せるだけの半円状のものでもよい。こうして水平に保たれた測定プローブが、超伝導磁石1内部の測定空間4に挿入されていくのと同時に、スライド式ガイドレール17が押し込まれ、最終的には測定プローブの挿入が完了するとガイドレール17もまた収納が完了する。こうして超伝導磁石1の外側には、接続端子10の付いている測定プローブの一部およびプローブ支持具16a、16bの厚さ分程度しか残らないので、余分な空間を取らずに済む。ただし、測定プローブ支持具16a、16bは磁石の両脇にあるガイドレール17から橋渡しの状態を支えられている。特に測定プローブを引き出したときには測定プローブが空中に浮いた状態になり、支持具16aは、測定プローブの重量を止め具19の2点で空中に支えている。すなわち、ガイドレール17および測定プローブ支持具16a、16bには測定プローブの重量に十分耐えうる強度を持たせる必要がある。そこで、あらかじめ支持具16aに床まで届くような補助キャスタ20を取り付ける。こうすれば、測定プローブは支持具16aの位置では3点で支えられることになり測定プローブの重量に対する強度は向上する。かつ測定プローブの引き出し作業の時にも、補助キャスタ20の動きによって水平方向に引き出すことが容易になる。このようなガイドレール等の測定プローブ保持機構の付いた超伝導磁石は、図4、図5のどちらの測定プローブにも適用できる。

【0024】一方、固体試料の場合の試料設置についての原理を図8に示す。固体試料の場合、測定空間における外部磁場6に対して54.7°(マジック角)の軸を回転軸8として測定試料管7を保持するため、従来型は図6(a)のようになっている。これに対して本発明の場合は、外部磁場6が水平方向であるため、図6(b)に

示すように水平方向に対して54.7°の軸が回転軸8となるように測定試料管7を設置すれば、従来と同様のNMR測定ができる。つまり、固体試料用測定プローブは、測定試料管7を保持する角度を調節する必要がある。具体的には、測定試料管7を設置する角度を鉛直方向に対して54.7°から鉛直方向に対して35.3°に変更することによって、本発明の横長に測定空間が伸びている超伝導磁石に適用できる。また、固体試料用測定プローブの場合には測定試料管7の設置の仕方が角度を持つため、測定試料交換の度に測定プローブを磁石の外側に引き出さなければならない。そこで、固体試料用測定プローブでも測定プローブ支持具16やガイドレール17が取り付けられるほうが操作しやすくなるので、図7に示すような超伝導磁石に用いると作業が簡便になる。

【0025】

【発明の効果】磁石中央の円筒状の測定空間を横長に空け、かつ測定空間の長軸を中心にして巻いた磁石コイルを横長に設置し、磁石側面に測定プローブおよび測定試料挿入口を設けたため、測定プローブおよび測定試料管の挿入を磁石側面から行うことができる。すなわち、従来は測定プローブ挿入に必要であった磁石直下の空間を排除することができ、磁石の総高を低くし磁石の小型化が可能となる。また、測定試料の交換、試料の性質や測定目的によっては必要となる測定プローブの交換等が必要なとき、オペレータが作業する作業位置を低くすることができ、かつガイドレールを付けた超伝導磁石を用いると測定プローブの引き出し作業もスムーズに行うことができるのでオペレータの作業負担を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示した説明図。

【図2】一比較例を示した説明図。

【図3】測定試料が液体のときの試料管の設置方法の説明図。

【図4】本発明の測定プローブの一例を示した説明図。

【図5】本発明の測定プローブの別な例を示した説明図。

【図6】測定プローブ挿入用のガイドレールの一例を示した説明図。

【図7】測定プローブ保持機構の付いた超伝導磁石の一例を示した説明図。

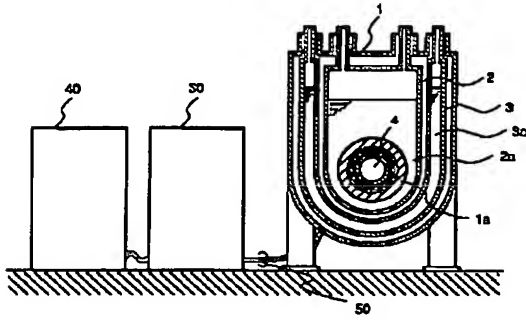
【図8】測定試料が固体のときの、試料管の設置方法の原理を示した説明図。

【符号の説明】

1…超伝導磁石、1a…磁石コイル、2…液体ヘリウム容器、2a…液体ヘリウム、3…液体窒素容器、3a…液体窒素、4…測定空間、30…分光計、40…データシステム。

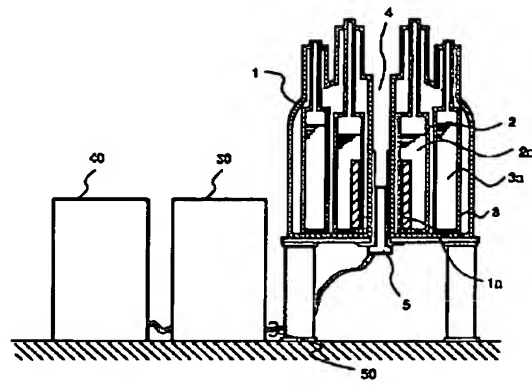
【図1】

図 1



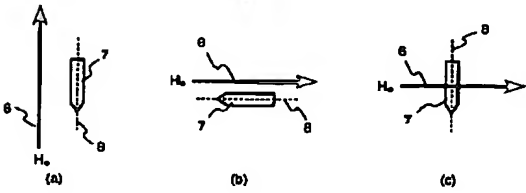
【図2】

図 2



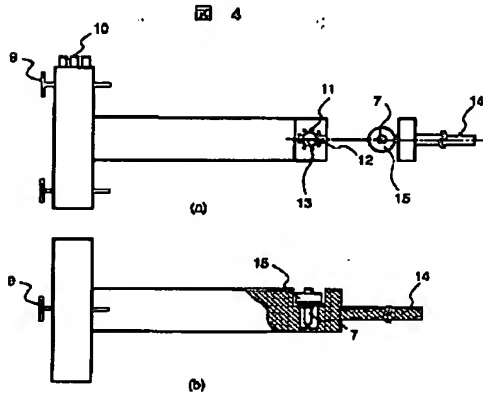
【図3】

図 3



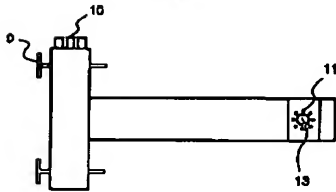
【図4】

図 4



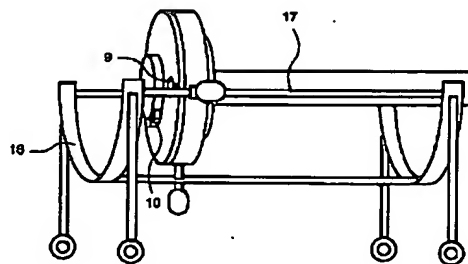
【図5】

図 5



【図6】

図 6

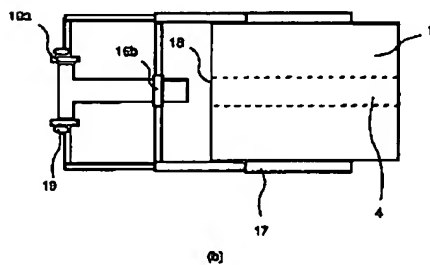
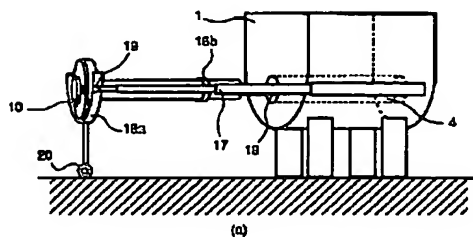


(7)

特開平7-333311

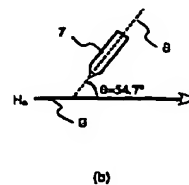
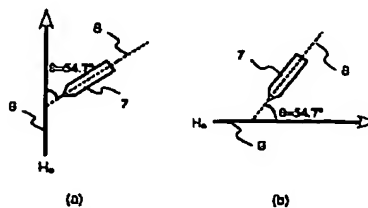
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号
9307-2G

F I
G O I R 33/22

技術表示箇所